

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-216917

(43)Date of publication of application : 27.08.1996

(51)Int.Cl.

B62D 21/15

(21)Application number : 07-050576

(71)Applicant : NIPPON LIGHT METAL CO LTD

(22)Date of filing : 15.02.1995

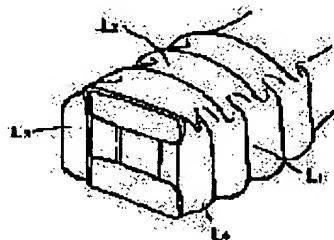
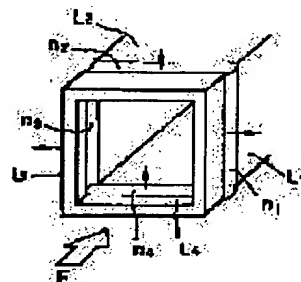
(72)Inventor : TSUGE MITSUO
SASAMOTO TAKASHI
HINO HARUMICHI
SUGIYAMA KEIICHI

(54) STRUCTURAL MEMBER EXCELLENT IN SHOCK ABSORBING PERFORMANCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve shock energy absorbing performance by providing a buckling start part, which goes around the cross section of a polygon, and forming this buckling start part by providing a recess and a projection on adjacent side faces, in a shock absorbing frame used as frame material for the side frame, etc., of each kind of vehicle.

CONSTITUTION: In a structural member (side frame, etc.), which has a rectangular cross section, a projection n1, at the side face L1, a recess n2, at the side face L2, a projection n3, at the side face L3, and a recess n4, at the side face L4, are made, thus a buckling start part, which goes round the rectangular cross section, with the projections n1 and n2 and the recesses n2 and n4. If shock F in arrow direction adds to such structural member, the side faces L1 and L3 are transformed outward, and the side faces L2 and L4 are transformed inward, and the transformation of these side faces L1-L4 is propagated into inside of the structural member as the transformation in wave form in depth direction. The shock energy can be efficiently absorbed by performing such buckling transformation regularly and repeatedly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-216917

(43) 公開日 平成8年(1996)8月27日

(51) Int. Cl. ⁶

B 6 2 D 21/15

識別記号

庁内整理番号

F I

B 6 2 D 21/15

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-50576

(22) 出願日 平成7年(1995)2月15日

(71) 出願人 000004743

日本軽金属株式会社

東京都品川区東品川二丁目2番20号

(72) 発明者 柘植 光雄

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号 株式会社日軽技研内

(72) 発明者 佐々本 隆

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号 株式会社日軽技研内

(72) 発明者 樋野 治道

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号 株式会社日軽技研内

(74) 代理人 弁理士 小倉 亘

最終頁に続く

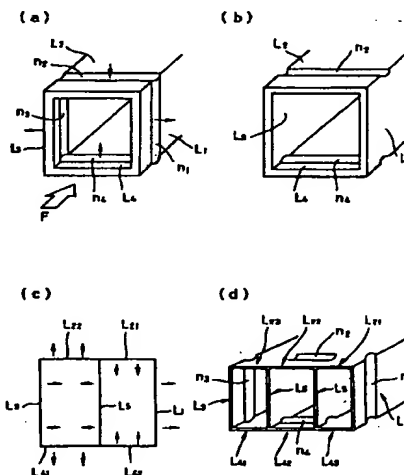
(54) 【発明の名称】 衝撃吸収性能に優れた構造部材

(57) 【要約】

【目的】 衝撃エネルギー吸収性能に優れた構造部材を得る。

【構成】 この構造部材は、偶数の面 $L_1 \sim L_4$ で構成され、内部が空洞となった多角形断面をもつ。多角形断面を周回する幅方向に、座屈開始部が設けられている。座屈開始部は、相対向する側面 L_1, L_3 に形成された凸部 n_1, n_3 と他の側面 L_2, L_4 に形成された凹部 n_2, n_4 で構成される。凸部 n_1, n_3 又は凹部 n_2, n_4 は、何れか一方を省略できる。

【効果】 側面 L_1, L_3 と側面 L_2, L_4 とで半周期ずれた張出し変形及び引き込み変形が繰返されるため、構造部材の長手方向に沿って規則的な座屈変形が連続化し、衝撃エネルギーを効率よく吸収する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 偶数の面で構成され内部が空洞となった多角形断面をもち、該多角形断面を周回する幅方向に座屈開始部が設けられており、前記座屈開始部は、隣り合う側面ごとに繰り返される凹部及び凸部として形成されている衝撃吸収性能に優れた構造部材。

【請求項2】 偶数の面で構成され内部が空洞となった多角形断面をもち、該多角形断面を周回する幅方向に座屈開始部が設けられており、前記座屈開始部は、一つおきの側面ごとに凹部又は凸部として形成されている衝撃吸収性能に優れた構造部材。

【請求項3】 請求項1又は2記載の多角形断面が矩形断面である衝撃吸収性能に優れた構造部材。

【請求項4】 内部が空洞となった矩形断面をもち、内部空洞を複数に分割するリブが相対向する辺の内側表面に延び、前記矩形断面を周回する幅方向に座屈開始部が設けられ、前記リブで区画された側面部分及びリブが設けられていない側面ごとに繰り返される凹凸で前記座屈開始部が形成されている衝撃吸収性能に優れた構造部材。

【請求項5】 内部が空洞となった矩形断面をもち、内部空洞を複数に分割するリブが相対向する辺の内側表面に延び、前記矩形断面を周回する幅方向に座屈開始部が設けられ、前記座屈開始部は、前記リブで区画された側面部分及びリブが設けられていない側面の一つおきに凹部又は凸部として形成されている衝撃吸収性能に優れた構造部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、各種車両のフロントサイドフレーム、リアサイドフレーム等のフレーム材として使用され、軸線方向の塑性変形で衝突時等の衝撃を効率よく吸収し、運転手や同乗者を保護するアルミニウム押出し型材製の衝撃吸収フレームに関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車には、他の自動車や物体に衝突又は接触した際の衝撃を緩和させる各種の衝撃吸収部材が組み込まれている。衝撃の吸収形態には、バンパー等の構造材に液体ダンパー等を組み込む方式、構造材自体をエネルギー吸収体として使用する方式、構造体と車体との間にバネを介在させる方式等がある。なかでも、構造材の塑性変形によって衝突エネルギーを吸収する方式は、多量のエネルギーを吸収できることから、衝撃吸収部材としての展開が期待されている。たとえば、特開平6-247337号公報では、この種の衝撃吸収部材として、衝突時のエネルギーで圧潰が生じる起点となるように、圧縮加工又は張り出し加工によって脆弱部を設けることが開示されている。衝撃吸収性能を向上させた構造材は、たとえば図1にペリメタフレームの概略図で示すように、フロントサイドフレーム3又はリアサイドフ

レーム3'として使用される。フロントサイドフレーム3又はリアサイドフレーム3'には座屈変形の起点となる変形開始部4、4'が設けられており、連結部材2、2'には衝撃分散部5、5'が設けられている。車両の衝突等によりバンパー1に前方から衝撃が加わったとき、或いはリアバンパー1'に後方から衝撃が加わったとき、衝撃吸収フレーム3、3'は、図2で模式的に示すように、折り畳まれるように連続的に座屈変形し、加えられた衝撃を吸収する。その結果、中間部フレームMに伝えられる衝撃が少なくなり、乗員の保護が図られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 塑性変形により衝撃エネルギーを吸収する構造材では、加えられた衝撃が構造材を座屈変形させる。この座屈が連続的に進行すると、大きな衝撃エネルギーが個々の座屈変形に分散されて吸収されるため、乗員に対する衝撃が少なくなる。衝撃エネルギーを塑性変形で吸収させる場合、塑性変形が一旦開始されると衝撃エネルギーの吸収が進行するが、塑性変形を開始させるには大きな荷重が必要になる。そのため、塑性変形の開始までに加えられる衝撃が乗員に伝えられる。そこで、塑性変形を開始するまでの衝撃を小さくするため、また折り畳まれるように連続的な座屈変形を生じさせるために、構造材の塑性変形し易い形状について種々の改良が必要とされる。しかし、特開平6-247337号公報に記載されているように、塑性変形の開始点となる脆弱部を設けても、依然として初期加重が高いレベルにある。また、一様な脆弱部を断面に設けた場合、規則的な座屈変形が生じない虞れがある。本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、構造部材につける座屈開始部の凹凸を規則化させることにより衝突初期に受ける衝撃を少なくし、且つ規則的及び連続的な座屈変形によって衝撃エネルギーを効率よく吸収する構造部材を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明の構造部材は、その目的を達成するため、偶数の面で構成され内部が空洞となった多角形断面をもち、該多角形断面を周回する幅方向に座屈開始部が設けられており、前記座屈開始部は、隣り合う側面ごとに繰り返される凹部及び凸部として形成されていることを特徴とする。また、座屈開始部は、凹部及び凸部の双方を設けることなく、一つおきの側面ごとに凹部又は凸部として形成してもよい。多角形断面の代表的なものに矩形断面があり、矩形断面の相対向する辺の内側表面に延びるリブによって矩形の内部空間を複数に分割することもできる。リブが設けられる場合、リブで区画された側面部分及びリブが設けられていない側面ごとに繰り返される凹凸、或いは側面部分及び側面の一つおきに設けた凹部又は凸部で座屈開始部が形成される。

【0005】

【作用】衝撃エネルギーは、座屈変形を規則的に且つ連続的に行わせることによって効率よく吸収される。本発明者等は、座屈変形の規則化及び連続化に与える座屈開始部の影響を調査した。その結果、構造部材の一つの断面で凹凸のつじつまを合わせると、座屈変形が規則化及び連続化することを見出した。凹凸のつじつまが座屈変形に与える影響は、次のように推察される。たとえば、矩形断面をもつ構造部材においては、図3(a)に示すように側面 L_1 に凸部 n_1 を、側面 L_2 に凹部 n_2 を、側面 L_3 に凸部 n_3 を、側面 L_4 に凹部 n_4 を形成し、凸部 n_1 、 n_3 及び凹部 n_2 、 n_4 で矩形断面を周回する座屈開始部を形成する。このように座屈開始部を設けた構造部材に矢印方向の衝撃 F が加わると、側面 L_1 、 L_3 は外側に變形し、側面 L_2 、 L_4 は内側に變形する。側面 $L_1 \sim L_4$ の變形は、図3(a)の奥行方向に沿った波形状變形として構造部材の内部に伝播される。

【0006】側面 L_1 、 L_3 を伝播する波形状變形は、側面 L_2 、 L_4 を伝播する波形状變形に対し半周期ずれている。その結果、座屈變形によって側面 L_1 、 L_3 が外側に張り出した部分では側面 L_2 、 L_4 が内側に折れ込み、側面 L_2 、 L_4 が外側に張り出した部分では側面 L_1 、 L_3 が内側に折れ込み、メタルフローが全体としてバランスされ、加えられた衝撃の大きさに応じて図3(a)の奥行方向に座屈變形が繰り返される。凹部及び凸部は、その何れか一方を側面の一つおきに形成してもよい。図3(b)は、その一例を示すものであり、相対向する側面 L_2 、 L_4 に凹部 n_2 、 n_4 を形成し、残り二つの側面 L_1 、 L_3 を平坦面としている。この形状をもつ構造部材に衝撃が加わると、側面 L_2 、 L_4 は、座屈開始部で凹部 n_2 、 n_4 に誘導されて優先的に内側に折れ込む。この反動で、側面 L_1 、 L_3 が外側に張り出す。そして、同様に半周期ずれた波形状變形が側面 L_1 、 L_3 及び側面 L_2 、 L_4 に沿って奥行方向に伝播され、規則的な座屈變形が連続する。

【0007】構造部材には、内部空間を分割するリブを備えたものもある。この場合、図3(c)に示すように、座屈開始点で側面 L_1 が外側に張り出すような凸部をつけると、リブ L_5 で区画された側面部分 L_{21} には内側に折れ込む凹部をつけ、他の側面部分 L_{22} には外側に張り出す凸部をつける。また、側面 L_3 を内側に、側面部分 L_{41} を外側に、側面部分 L_{42} を内側に、リブ L_6 を左方向に變形させる座屈開始部とする。これによって、一つの断面内で張出し及び折れ込みのバランスがとれ、座屈變形を規則化及び連続化させる。内部空間を複数のリブ L_5 、 L_6 で分割した構造部材でも、図3

(d)に示すように一つおきの側面部 L_{11} 、 L_{22} 、 L_{33} 、 L_{44} に凹部 $n_1 \sim n_4$ を形成し、残りの側面部 L_{21} 、 L_{23} 、 L_{41} 、 L_{43} を平坦にする。側面部 L_{21} 、 L

23 、 L_{41} 、 L_{43} には、凸部を形成しても良い。また、リブ L_5 には側面部 L_{11} 側に向かった凹部を、リブ L_6 には側面部 L_{33} 側に向かった凹部を形成することもできる。これら凹部 $n_1 \sim n_4$ が座屈開始部となり、規則的な座屈變形を連続化させる。

【0008】規則的な座屈變形が連続化するためには、隣り合う側面で張出し及び折れ込みが交互に生じることが必要である。たとえば、三角形断面をもつ構造部材では、一つの断面に関して張出し及び折れ込みを繰り返すことができず、図4に示すように側面 L_1 と L_3 との變形が相互に干渉する。その結果、構造部材は、座屈變形が不規則化し、全体座屈となる場合もある。本発明の構造部材として使用される材料には、JIS 5000系、6000系、7000系等のアルミニウム押出し材がある。座屈開始部は、構造部材のサイズや肉厚等にもよるが、車体の構造を考慮して、規則的な座屈變形を生じて衝撃エネルギーを吸収し易く、他の部品に重大な損傷を与えないような位置及び形状に設けることが好ましい。また、凸部の高さや凹部の深さは、構造部材のサイズや肉厚等によって異なるが、構造部材としての強度を損なうことなく乗員に与える衝撃を軽減するために、3～15mmの範囲に設定することが好ましい。

【0009】凹部又は凸部の形成手段は、特に本発明を拘束するものではないが、たとえば図5に示す方法が採用される。図5(a)に示すように構造部材10の中空部に中子11を挿入し、凹部を形成しようとする面側からポンチ12、13によって加圧力 P を加える。ポンチ12、13は、図5(a)のI-I線断面を示した図5(b)にみられるように、形成しようとする凹部の形状に対応する突起14、15を備えている。中子11は、可撓性のある下型部16をプラグ部17で装着している。中子11と構造部材10の内面との間に、成形空間18、19が形成される。構造部材10の側壁を挟んで成形空間18、19にポンチ12、13の突起14、15を押し込むとき、突起14、15の形状に対応した凹部が構造部材10の幅方向に形成される。成形後、プラグ部17を図5(b)の右側に一旦移動させると、可撓性のある下型部16が縮径する。この状態でプラグ部17を左側に移動させることにより、中子11は、構造部材10の中空部から引き出される。

【0010】

【実施例】

実施例1：アルミニウム合金JIS A6063を使用して、図3(a)に示すように凸部 n_1 、 n_3 及び凹部 n_2 、 n_4 を相対向する側面 L_1 、 L_3 及び L_2 、 L_4 につけた構造部材を作製した。側面 L_1 、 L_3 は幅50mm及び板厚3mmに、側面 L_2 、 L_4 は幅50mm及び板厚1.5mmに設計した。また、凸部 n_1 、 n_3 及び凹部 n_2 、 n_4 からなる座屈開始部は、構造部材の端面から25mmの位置に設定した。そして、高さ3mm

及び幅50mmの凸部 n_1 、 n_3 及び深さ5mm及び幅50mmの凹部 n_2 、 n_4 を、治具を使用したプレスによって成形加工した。座屈開始部が付けられた構造部材各押出し形材から長さ400mmの試験片を切り出し、4.8KNの錘りを落下させる落槌試験により軸方向圧縮荷重を加え、荷重と変位量との関係を調査した。また、比較のため、全周にわたり同じサイズの凸部をつけた構造部材(比較例1)及び全周にわたり同じサイズの凹部を付けた構造部材(比較例2)についても、同様に荷重と変位量との関係を調査した。

【0011】調査結果を示す図6にみられるように、本発明に従った実施例1では、変位量-荷重の関係が周期的なサイクルで変化している。また、初期荷重も、約26KNと低い値を示した。座屈変形後の構造部材では、図7に示すように、長手方向に関して張出し及び折れ込みが周期的に繰り返され、張出し及び折れ込みの周期は側面 L_1 、 L_3 と側面 L_2 、 L_4 とで半周期ずれていた。これに対し、比較例1では初期荷重が32KN、比較例2では初期荷重が34KNと大きな値を示した。何れの比較例でも、規則的座屈を生じることなく、全体座屈が発生した。しかも、ピーク値以降は極めて低い加重で全体座屈が瞬時に発生した。比較例1及び2の総吸収エネルギー量は、図6において比較例1又は2の点線より下の累積面積で表されるが、実施例1の総吸収エネルギー量に比較して極めて小さいものであった。この対比から明らかなように、凹部及び凸部を側面ごとに繰り返した本実施例の座屈開始部は、座屈変形を規則化及び連続化させる上で有効なことが判る。しかも、初期荷重が低いことから、変形開始もスムーズに行われ、車両等の衝撃吸収部材として有用なものである。

【0012】実施例2：実施例1と同じアルミニウム合金JIS A6063を使用し、図3(b)に示すように凹部 n_2 、 n_4 を相対向する側面 L_2 、 L_4 につけた構造部材を作製した。側面 L_1 、 L_3 は幅50mm及び板厚1.5mmに、側面 L_2 、 L_4 は幅50mm及び板厚3mmに設計した。座屈開始部として、深さ5mm及び幅50mmの凹部 n_2 、 n_4 を構造部材の端面から25mmの位置に設定した。なお、凹部 n_2 、 n_4 は、治具を使用したプレスによって成形加工した。座屈開始部が付けられた構造部材各押出し形材から長さ400mmの試験片を切り出し、4.8KNの錘りを落下させる落槌試験により軸方向圧縮荷重を加え、荷重と変位量との関係を調査した。調査結果を示す図8にみられるように、本発明に従った実施例2では、変位量-荷重の関係が周期的なサイクルで変化している。また、初期荷重も、約29KNと低い値を示した。座屈変形後の構造部材では、図7と同様に、長手方向に関して張出し及び折れ込みが周期的に繰り返され、張出し及び折れ込みの周期は側面 L_1 、 L_3 と側面 L_2 、 L_4 とで半周期ずれていた。このことから、凹部 n_2 、 n_4 を形成した L

2 、 L_4 と凹部を形成しない側面 L_1 、 L_3 を交互に繰り返した座屈開始部をつけた場合でも、構造部材は、実施例1と同様に規則的に連続的に座屈変形し、優れた衝撃吸収能を呈することが判った。

【0013】実施例3：アルミニウム合金JIS A6061を使用し、図3(d)に示すように凹部 $n_1 \sim n_4$ を相対向する側面 L_1 、 L_3 及び L_2 、 L_4 につけた構造部材を作製した。側面 L_1 、 L_3 は幅70mm及び板厚1.8mmに、側面 L_2 、 L_4 及び $L_{11} \sim L_{13}$ は幅33mm及び板厚2.1mmに、中壁 L_5 、 L_6 は板厚1.5mmに設計した。座屈開始部として、深さ5mm、幅70mmの凹部 n_1 、 n_3 及び深さ5mm、幅33mmの凹部 n_2 、 n_4 を構造部材の端面から20mmの位置に設定した。なお、凹部 $n_1 \sim n_4$ は、治具を使用したプレスによって成形加工した。座屈開始部が付けられた構造部材各押出し形材から長さ500mmの試験片を切り出し、4.8KNの錘りを落下させる落槌試験により軸方向圧縮荷重を加え、荷重と変位量との関係を調査した。調査結果を示す図9にみられるように、本発明に従った実施例3では、変位量-荷重の関係が周期的なサイクルで変化している。また、初期荷重も、約90KNと低い値を示した。座屈変形後の構造部材では、図10に示すように、長手方向に関して張出し及び折れ込みが周期的に繰り返され、張出し及び折れ込みの周期は側面 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 と側面 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{13} 、 L_{14} とで半周期ずれていた。このことから、中壁 L_5 、 L_6 で内部が区切られた構造部材にあっても、凹部を形成した側面部と凹部を形成しない側面部を交互に繰り返した座屈開始部を設けることにより、構造部材が規則的に連続的に座屈変形し、優れた衝撃吸収能を呈することが判った。

【0014】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の構造部材は、隣り合う側面或いは側面部分ごとに逆向きの変形ぐせをつける座屈開始部を設けることによって、構造部材の長手方向に関する座屈変形を規則化及び連続化させている。この構造部材を衝撃吸収用の構造体として車両に組み込んだ場合、衝突、接触等の際に加えられる衝撃が座屈変形として効率よく吸収される。また、変形初期の衝撃も小さくなる。そのため、衝撃が緩和され、乗員の保護が図られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 衝撃吸収フレームをフロントサイドフレーム又はリアサイドフレームに取り付けた衝撃吸収フレームをペリメタフレームに利用した概略斜視図バンパーをシャーシ側の連結部材に連結する衝撃吸収フレーム

【図2】 衝撃によって座屈変形した衝撃吸収フレーム

【図3】 本発明に従って座屈開始部を付けた構造部材の数例

【図4】 奇数辺の断面をもつ構造部材では規則的且つ

連続的な座屈変形が生じないことを説明するための図

【図5】 座屈開始部となる凹部を形成する装置の正面図(a)及びI-I断面図(b)

【図6】 本発明の実施例1で使用した構造部材の変位量-加重曲線を比較例と対比したグラフ

【図7】 実施例1で使用した構造部材が座屈変形した状態を示す斜視図

【図8】 実施例2で使用した構造部材の変位量-加重曲線を示すグラフ

【図9】 実施例3で使用した構造部材の変位量-加重曲線を示すグラフ

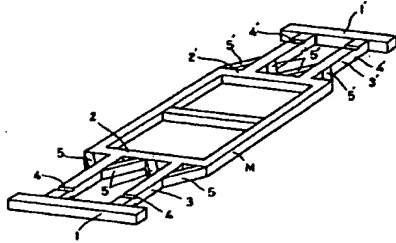
【図10】 実施例3で使用した構造部材が座屈変形し

た状態を示す斜視図

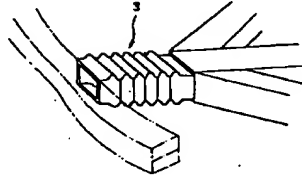
【符号の説明】

1:バンパー 1':リアダンパー 2, 2':連結部材 3:フロントサイドフレーム 3':リアサイドフレーム 4, 4':変形開始部 5, 5':衝撃分散部 10:構造部材 11:中子 12, 13:ポンチ 14, 15:突起 16:下型部 17:プラグ部 18, 19:成形空間
10 L₁, L₂₁~L₂₃, L₃, L₄₁~L₄₃:側面部 L₅, L₆:中壁
n₁~n₄:座屈開始部となる凹部や凸部 F:衝撃

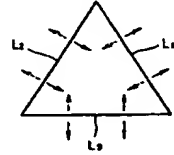
【図1】



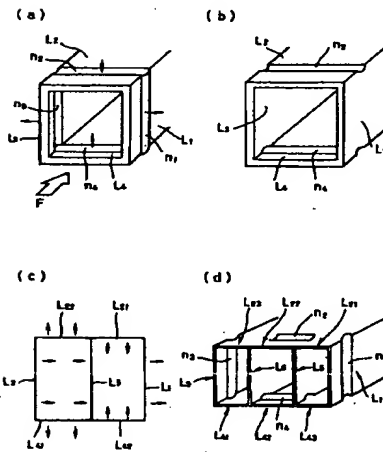
【図2】



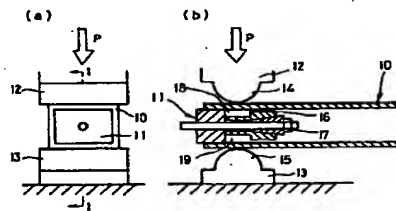
【図4】



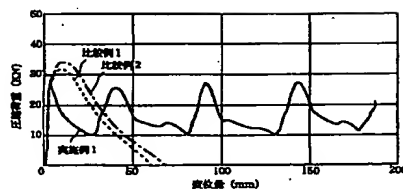
【図3】



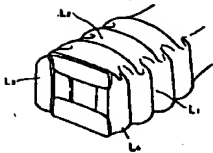
【図5】



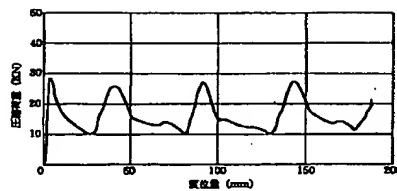
【図6】



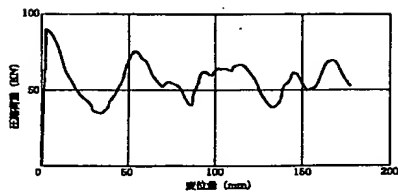
【図7】



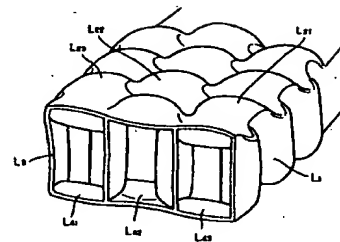
【図8】



【図9】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成7年4月3日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】 衝撃吸収フレームをフロントサイドフレーム又はリアサイドフレームに取り付けた衝撃吸収フレームをペリメタフレームに利用した概略斜視図

【図2】 衝撃によって座屈変形した衝撃吸収フレーム

【図3】 本発明に従って座屈開始部を付けた構造部材の数例

【図4】 奇数辺の断面をもつ構造部材では規則的且つ連続的な座屈変形が生じないことを説明するための図

【図5】 座屈開始部となる凹部を形成する装置の正面図(a)及びI-I断面図(b)

【図6】 本発明の実施例1で使用する構造部材の変位量-加重曲線を比較例と対比したグラフ

【図7】 実施例1で使用する構造部材が座屈変形した状態を示す斜視図

【図8】 実施例2で使用する構造部材の変位量-加重曲線を示すグラフ

【図9】 実施例3で使用する構造部材の変位量-加重曲線を示すグラフ

【図10】 実施例3で使用する構造部材が座屈変形した状態を示す斜視図

【符号の説明】

1:バンパー 1':リアダンパー 2, 2':連結部材 3:フロントサイドフレーム 3':リアサイドフレーム 4, 4':変形開始部 5, 5':衝撃分散部 10:構造部材 11:中子 12, 13:ボンチ 14, 15:突起 16:下型部 17:プラグ部 18, 19:成形空間 L₁, L₂, ..., L_{2s}, L₃, L₄, ..., L_{4s}:側面部 L₅, L₆:中壁 n₁, ..., n₄:座屈開始部となる凹部や凸部 F:衝撃

フロントページの続き

(72)発明者 杉山 敬一
東京都港区三田3丁目13番12号 日本軽金
属株式会社内